

# Identificación y análisis físico y social de eventos destructivos de origen geológico e hidrológico: resultados finales del proyecto

H.A. Cisneros<sup>1,2,3</sup>; F. Carini<sup>3</sup>; S. Fermani<sup>4</sup>; M.N. Ahumada<sup>1</sup> ; J.A. Torres<sup>5</sup>

Recursos Humanos en formación: L.J. Peñas; T.A. Arce; E.M. Castañón; G. Villarreal; V. Bonacalza

<sup>1</sup>Universidad Juan Agustín Maza

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Cuyo

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Luis

<sup>4</sup>Universidad de Congreso

<sup>5</sup>Maestría en Desarrollo Sustentable del hábitat Humano. Universidad Tecnológica Argentina  
Regional Mendoza

hectoramericocisneros@gmail.com

## Resumen

La comarca ubicada en el sector centro-norte de la provincia de Mendoza, conocida como "Gran Mendoza", con una población aproximada de 1.000.000 de habitantes, es considerada como una de las regiones del país con mayor vulnerabilidad ante eventos destructivos de origen geológico e hidrológico. Respecto al primero, en la zona pedemontana de Mendoza y San Juan se concentran más del 80% de las estructuras sismogénicas activas del sector continental argentino. Por otro lado, los aluviones han demostrado ser el fenómeno catastrófico que más daños ha causado a la región metropolitana de esta provincia. Por estas razones se hace evidente la necesidad de estudiar las características de estos eventos, el peligro sísmico y aluvional, y de realizar efectivas evaluaciones de riesgo. La metodología usada incluye la sistematización de los datos y su presentación cartográfica con geotecnologías SIG y de Teledetección. Se presentan en esta contribución los resultados del estudio realizado en el marco del proyecto acreditado por la Universidad Juan Agustín Maza.

## Abstract

*The region located in the central-north part of Mendoza, known as "Gran Mendoza" with a population of 1,000,000 inhabitants, is considered as one of the most vulnerable zone to destructive geological and hydrological events. In the piedmont of Mendoza and San Juan are concentrated more than 80% of active seismogenic structures of Argentina. On the other hand, the debris floods caused catastrophic events and produced several damage to the metropolitan region of this province. For these reasons the needs to study the characteristics of alluvial and seismic hazard are evident. The methodology used includes the systematization of data and its presentation with GIS and Remote Sensing maps. The results of the study included in the accredited project of Universidad Juan Agustín Maza are presented in this contribution.*

## Introducción

El Piedemonte de la ciudad de Mendoza, República Argentina, es una unidad geomorfológica ubicada al oeste de la capital de la provincia, entre la provincia geológica de Precordillera y la depresión oriental (Abraham et al, 2002). Esta unidad Pedemontana tiende a alojar y sostener procesos geológicos de orden interno y externos relacionados a eventos sísmicos y aluvionales, entre otros. Ante la creciente y descontrolada urbanización que la ciudad de Mendoza está soportando, gran parte de la población está desplazándose hacia áreas de importante pendiente, donde, producto de fenómenos relacionados con eventos pluviométricos estivales, se activan procesos de remoción en masa. Estos procesos junto a otros de menor orden, pero no así menos importantes, colocan a un núcleo de habitantes en Riesgo Geológico, entendido este desde la relación Amenaza por Vulnerabilidad. (Delamarre, 2010). Además la región se encuentra expuesta a la acción sísmica, concentrando el 80% de las rupturas superficiales argentinas, y debido a que dicha ubicación es ampliamente utilizada para los nuevos asentamientos urbanos que se localizan sobre y muy próximos hacia los márgenes pedemontanos, resulta muy importante efectuar una evaluación del peligro y riesgo sísmico asociado.

En el presente trabajo se buscó desarrollar una caracterización del peligro sísmico y aluvional sobre el área pedemontana, que se ubica en el oeste de la zona metropolitana de Mendoza, la cual incluye los departamentos de Las Heras, Capital, Godoy Cruz y Luján de Cuyo. Los efectos geológicos causados por los sismos son divididos en dos categorías: efectos primarios y secundarios. Los primarios son aquellos ocasionados por la energía liberada, incluye la ruptura de una falla en superficie, levantamientos y subsidencias tectónicas. Los efectos secundarios son aquellos causados por la agitación del terreno, como los movimientos de laderas

y la licuefacción. Esta última es un proceso complejo donde interviene no solo la agitación sísmica, sino también las características del suelo y el nivel freático, por lo que se analizaron cada uno de estos factores y cómo su interacción puede desencadenar el proceso.

Los procesos naturales peligrosos por lo general son sucesos repetitivos, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para su atenuación. Merced al registro y estudio de los eventos naturales destructivos, es posible determinar el proceso y plantear medidas para la disminución del riesgo.

Los registros sismológicos, la manifestación de fallas en el terreno, el tipo de suelo, factores climáticos e hidrológicos, geomorfología y la susceptibilidad local ante los procesos originados, sumado a la localización de nuevos asentamientos urbanos, son factores que se analizan en este trabajo como indicadores hacia un análisis de riesgo.

En el presente trabajo se analizó la susceptibilidad y vulnerabilidad de la comarca ante procesos naturales peligrosos, analizando los diversos factores que condicionan el proceso y su incidencia en la zona de estudio. Durante el desarrollo de la investigación se intenta dar una visión general y clara de los diversos aspectos involucrados, analizando el marco geológico integral. Las conclusiones y resultados obtenidos procuran tener un carácter abarcativo y holístico de las variables involucradas, convirtiéndose en un necesario aporte al avance del conocimiento de los procesos que tienen lugar en la región, y que, ante la constante y acelerada expansión poblacional, asista a una correcta y eficiente planificación urbana.

## Metodología

El trabajo se caracterizó como de tipo exploratorio-descriptivo, con orientación al desarrollo de una metodología de trabajo determinística para el análisis de peligro geológico. Es decir que se desarrolló un método de estudio para determinar las características de peligrosidad y riesgo, en base a la visión integral realizada. El trabajo está fundamentado en la investigación metodológica en el espacio de la Geología Ambiental, utilizando a dicha disciplina en el reconocimiento, exploración, determinación y solución de problemas de carácter netamente geológico de difícil previsibilidad, que afectan a la sociedad en cualquier ámbito de desarrollo. La investigación de los trabajos previos desarrollados en la zona de estudio y la recopilación bibliográfica sobre temas pertinentes al estudio de peligro sísmico constituyen el primer paso de esta investigación aproximando a una caracterización del peligro, riesgo y la vulnerabilidad asociada. En cuanto a los materiales son de gran utilidad las imágenes satelitales TM, ETM+, LDCM, CBERS y SPOT, las cuales brindaron, a partir de procesamientos especiales, características del terreno, suelos, morfología, etc. La metodología aplicada para los ensayos se adapta a la presente en la bibliografía especializada. En la etapa de gabinete final se realizó el procesamiento de la información: a partir de los datos

obtenidos en las etapas anteriores se realizaron interpretaciones y variedad de mapas temáticos, abordando a diversas hipótesis, conclusiones y propuestas. En esta etapa cumplió un importante rol el uso de herramientas informáticas donde se destacan los programas de información geográfica (SIG) y Teledetección.

## Ubicación

La zona de estudio se ubica a unos 5 km al oeste del kilómetro cero de la ciudad de Mendoza, involucra los Departamentos de Las Heras, Capital, Godoy Cruz y Luján de Cuyo, entre los 68° 47' y 69° 4' de longitud oeste y 32° 43' y 33° 2' de latitud sur. La superficie referenciada es de aproximadamente 460 Km<sup>2</sup>.

Se accede a la zona de trabajo, desde la ciudad de Mendoza, por las rutas nacionales N° 7 y N° 40, y la ruta provincial N° 52, entre otras, como se observa en la fig. N° 1.

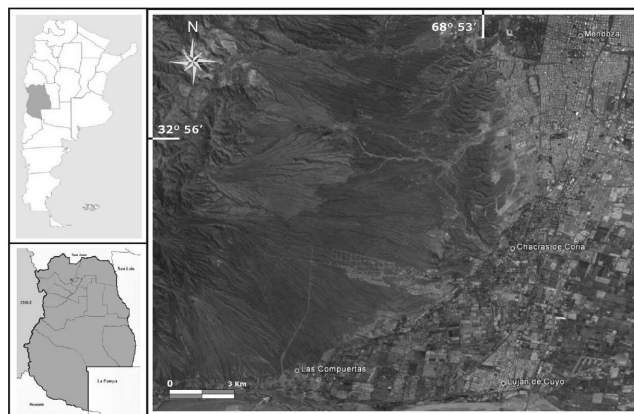


Figura 1: Ubicación del área de estudio

## Caracterización geográfica y geológica general

La zona de estudio se encuentra situada en el piedemonte precordillerano del gran Mendoza. La estratigrafía del sector de estudio es compleja, abarcando sedimentos de edades que involucran desde el Cámbrico hasta el Cenozoico, conformando las unidades restringidas al Paleozoico, el basamento de Precordillera en su sector más austral. Se destaca la presencia de sedimentos de edades mesozoicas relacionados a la cuenca Cuyana, mientras que para el Cenozoico la estratigrafía presente se asigna al relleno de la cuenca Cuyana Norte. En la provincia de Mendoza se puede reconocer una larga y compleja evolución geológica, donde es posible reconocer distintos ciclos orogénicos sobreimpuestos, constituidos por una sucesión de movimientos diastróficos y fases deformacionales: el ciclo famatiniano con fase chánica, representado en Precordillera, el ciclo Gondwánico, representado principalmente por la Cuenca de Cuyo, y sobreimpuesto a todos estos el ciclo andino con sus múltiples fases que imponen las principales características estructurales observadas en la actualidad (Ramos, 1999).

La estructura y litología de la comarca, en la que se enmarca la zona de estudio, permite reconocer algunos

de estos ciclos orogénicos y fases diastróficas (SEGEMAR, 2002).

En base a la abundancia de evidencias geomorfológicas y estructurales de actividad tectónica holocena y de la elevada concentración de epicentros sísmicos, se considera como una zona de elevado peligro sísmico, siendo la fuente de la mayoría de los terremotos destructivos que afectaron a la ciudad de Mendoza, en donde el frente precordillerano oriental y el sector pedemontano adyacente, constituyen el frente orogénico activo (Abraham, 2000).

Geomorfológicamente en el área se aprecian tres unidades claramente distinguibles: la región montañosa, que representa los faldeos orientales de la cordillera; el piedemonte y los cerros pedemontanos. Otras subunidades, de menor importancia, contribuyen a la diversificación del paisaje, como son los conos y abanicos aluviales, las depresiones y cauces. La región montañosa está ubicada sobre el extremo oeste de la cuenca, donde los faldeos orientales de la cordillera ocupan aproximadamente el 20% del área total de la cuenca. En este sector abundan afloramientos de areniscas de granulometría fina bien cementadas, esquistos, tobas y conglomerados de grano fino.

El relieve corresponde a cerros elevados, con cimas planas o ligeramente onduladas, y pendientes escarpadas y complejas.

A partir del oeste de la montaña se extiende la planicie pedemontana que desciende suavemente con dirección noreste en el extremo norte; dirección este en el punto medio y dirección sureste en el extremo sur. Regairaz y Barrera (1975), estiman un relieve absoluto que oscila entre los 1.400-1.500 m.s.n.m., en su posición proximal y los 800 m.s.n.m., inmediatamente al oeste de la ciudad de Mendoza. Los Cerros pedemontanos están ubicados en el piedemonte entre las cotas de 900 a 1000 metros sobre el nivel del mar; representan el 4% de la superficie total de la cuenca. Los cerros son el relicto de un antiguo nivel de piedemonte, el cual ha resurgido por la tectónica y posteriormente ha sido modelado por la erosión. Están constituidos por rocas conglomerádicas levemente consolidadas, tiene formas alargadas y cumbres suaves, redondeadas, con vertientes abruptas y cortas.

Las depresiones están ubicadas en la planicie pedemontana y representan bolsones relativamente deprimidos y desmantelados por la erosión. Se componen de sedimentos conglomerádicos y areniscas basculadas por procesos de plegamiento.

El clima de la región, puede ser descripto como semiárido a árido, siendo de acuerdo al régimen de temperatura, del tipo meso-termal con precipitaciones anuales que no exceden en promedio los 200 milímetros (Capitanelli, 1972).

### **Peligrosidad sísmica y Neotectónica**

La región analizada se encuentra enmarcada en un ambiente de intraplaca caracterizado por encontrarse dentro de la influencia de una zona de subducción subhorizontal que genera que aproximadamente el 80% de las deformaciones actualmente conocidas en la Argentina se encuentran comprendidas en este segmento (entre los 27°S-33°S) (Costa et al., 2000). Las características neotectónicas demuestran que las deformaciones recientes están generalmente controladas por estructuras antiguas y anisotropías corticales (locales y regionales). Las bajas tasas de deformación (<5mm/año) y los intervalos de recurrencia prolongados (superiores a mil años) indican que estructuras aparentemente "no activas", o con intervalo de inactividad prolongado, pueden representar una importante amenaza desde el punto de vista sismogénico. En este contexto no se considera aplicable el término de "falla activa", ya que resulta inapropiado para la caracterización del peligro sísmico, siendo conveniente la identificación de las estructuras en base a los últimos movimientos registrados (Histórico, Holoceno, etc.), por lo que resulta de suma importancia continuar profundizando e integrando el estudio de las deformaciones neotectónicas, no solo en estructuras cuaternarias, sino también en estructuras neógenas (Costa, 2004). En este sentido, la información relevada en la Falla Divisadero Largo complementa a la ya existente y asiste a la comprensión de sus características estructurales, demostrando un complejo arreglo estructural con una importante deformación acumulada post miocena. Las deformaciones observadas en la cerrilladas Lomas de Jocolí y Barda Negra por su parte, evidencian una reciente actividad de la/s estructura/s involucrada/s, observada en unidades cuaternarias y morfología del terreno.

Desde el punto de vista de la licuefacción de suelos, la gran capacidad sismogeneradora de las estructuras de la región (>7 M) exponen la zona de estudio a una alta peligrosidad sísmica, incrementada a su vez por la presencia de estructuras cercanas, que con sismos de 6 M podrían ocasionar importantes fallas en el terreno.

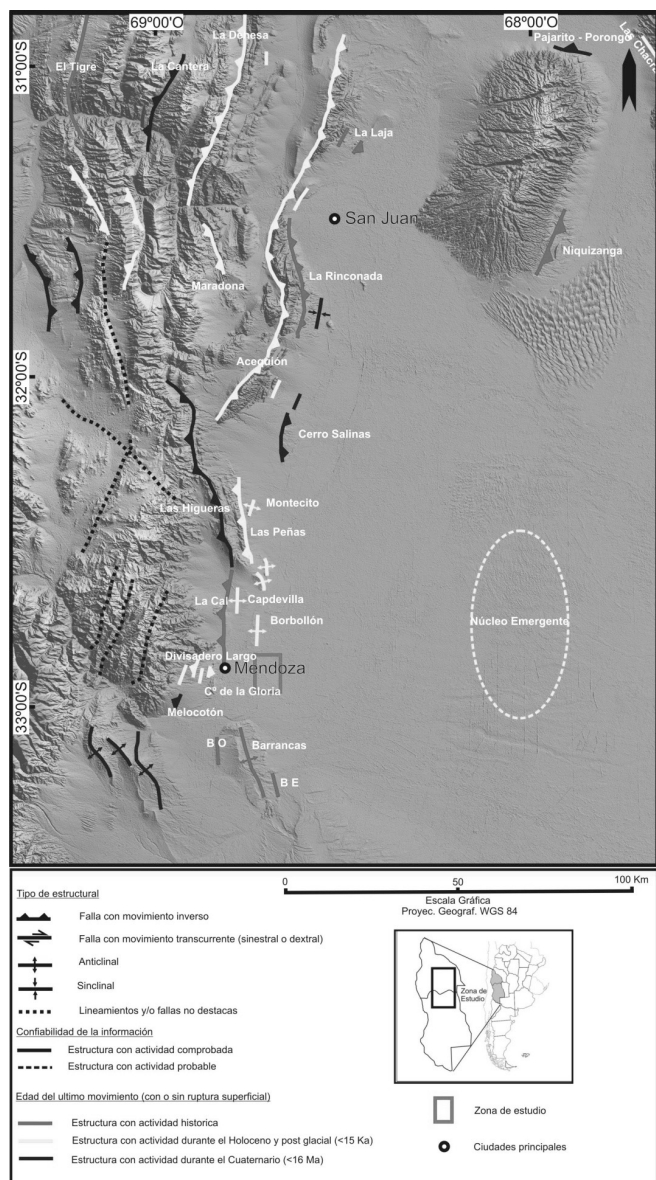


Figura 2: mapa de Peligro Sísmico (Realizó: F. Carini)

## Análisis de Susceptibilidad a la Licuefacción de suelos

Con los datos obtenidos en campo y la información recabada de las diferentes bibliografías se realizó un conjunto de clasificaciones de suelos en base a datos físicos, históricos, geotécnicos, sísmicos, geomorfológicos, geológicos y neotectónicos, que permitieron estimar la susceptibilidad de los suelos de la zona de estudio a la licuefacción. Estos análisis responden a una gran variedad de factores, medios y necesidades. Su multiplicidad demuestra que no aún existe alguno totalmente satisfactorio y abarcativo para todas las situaciones naturales. El método heurístico Multivariable propuesto demostró adaptarse a la información y medios disponibles. Reúne varios métodos (de otros autores) y variables, sin relegar simpleza y aplicabilidad en campo. Permite a su vez contextualizar el análisis, estimando la susceptibilidad del medio en un marco de múltiples factores (suelo, freática y estructuras sismo-génicas/sismos), por lo que se lo considera adecuado

para su utilización en estudios preliminares de reconocimiento general.

En la República Argentina el estudio de la licuefacción se encuentra muy subestimado, los únicos trabajos que tratan la temática lo hacen desde un punto de vista histórico o geomorfológico a escala regional, con escasos datos directos de campo. En este contexto el presente trabajo pretende contribuir a un avance en el conocimiento del proceso y de cómo éste puede afectar a la región y puntualmente a la zona de estudio. La metodología seleccionada se considera adecuada para los objetivos, medios disponibles (económicos) y el estado actual del conocimiento del fenómeno para la región. No obstante se recomienda que los futuros estudios apliquen técnicas más precisas para la obtención de datos. En este sentido se sugiere realizar campañas aplicando métodos de auscultación profunda (al menos a 3 metros de profundidad con penetrómetros estáticos y/o dinámicos), con el fin de determinar la susceptibilidad de estratos subterráneos capaces de generar fallas de terreno. Paralelamente se debería crear un ente de control, regulación y acopio de datos geotécnicos (ejemplo SPT) privados, para de esta manera densificar la grilla de datos.

Otro aspecto importante es profundizar el conocimiento de la geomorfología - sedimentología local, de modo que sea posible discriminar unidades según tipo y edad. Esto permitirá, junto a los ensayos de auscultación mencionados, conocer con mayor detalle la distribución de los sedimentos y sus características geotecnias (puntuales y/o de unidades geomorfológicas generales). Es necesario a su vez, densificar la red de freatómetros, con una actualización en tiempo real de los niveles del acuífero libre.

Si bien es posible generar mapas de susceptibilidad y riesgo, que permitan conocer las condiciones del terreno, la constante variación de las factores y la acelerada expansión urbana, presentan la necesidad de generar sistemas de información geográfica (SIG) que permitan conocer instantáneamente el estado de las variables. Estos SIG serían una herramienta sumamente importante para monitorear la zona, en base a una plataforma virtual de datos actualizados, siendo de suma importancia para la correcta planificación urbana y como administradora eficiente de los sistemas de emergencia ante el eventual desarrollo del proceso.

La importante y rápida expansión poblacional, asentándose sobre terrenos en ocasiones rellenados sobre humedales y ciénagas, con baja capacidad portante y niveles freáticos cercanos a la superficie, ha aumentado considerablemente la vulnerabilidad debido principalmente a la falta de políticas claras y eficientes de planificación urbana.

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (Perkins, 2001) menciona que la forma más eficaz de mitigar el daño debido a la licuefacción, es evitar áreas que son susceptibles a esta amenaza. Sin embargo, esto no siempre es posible, por lo que brinda algunas re-

comendaciones generales en tres categorías básicas para mitigar el proceso: (1) estabilizar el suelo susceptible, como la compactación; (2) fortalecer las bases de la estructura del edificio o instalación, que puede ser la colocación de los cimientos por debajo del material licuable; y (3) fortalecer a la propia estructura del edificio o instalación. Un aspecto puntual que debería monitorearse (o controlarse), son los sectores con riego por inundación (tan común en la región) en inmediaciones a centros urbanos, ya que esta práctica podría estar saturando localmente los suelos, y por lo tanto aumentar su susceptibilidad a licuarse.

Los resultados del presente trabajo demuestran claramente los numerosos factores de riesgo que condicionan la alta susceptibilidad general de los suelos a la licuefacción para la zona de estudio, sin embargo representa solo un pequeño paso hacia el conocimiento real y profundo del fenómeno, por lo que se recomienda continuar con los estudios. Se considera además que las herramientas más importantes para mitigar sus efectos en el ámbito humano son: el conocimiento profundo y monitoreo de los factores, la planificación urbana y la aplicación efectiva de las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes (Reglamento INPRES-CIRSOC 103, 2013).

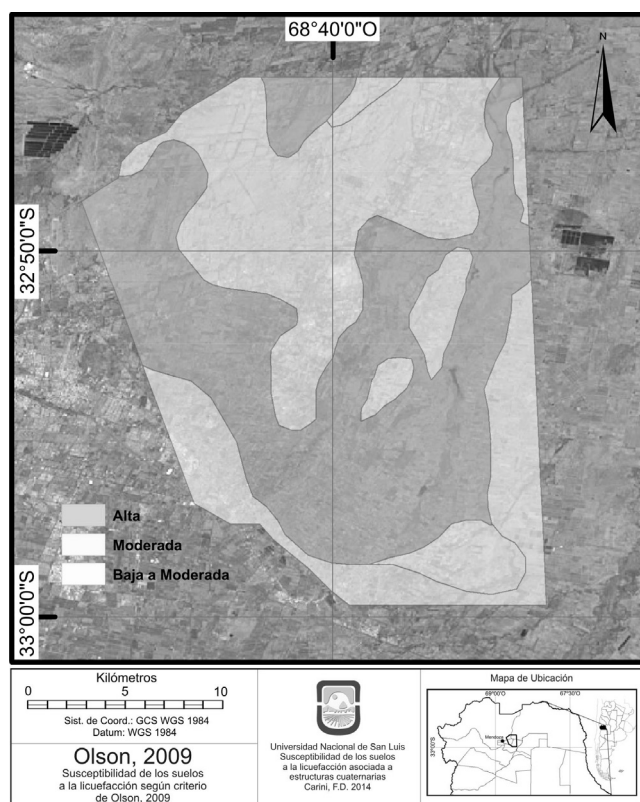


Figura 3: mapa de Susceptibilidad a la licuefacción de suelos (Realizó: F. Carini)

### Riesgo Aluvional

En el área de estudio se procedió a realizar un análisis morfométrico de las cuencas teniendo en cuenta los principales parámetros para la descripción de su comportamiento estudiando los factores que condicionan los movimientos en masa, para lograr una comprensión sistémica de los fenómenos, teniendo en cuenta:

**Red de Drenaje:** se abordó teniendo en cuenta la pendiente y el Índice de Compacidad de Gravelius que permite saber a partir de la forma de la cuenca (redonda u ovalada) el tiempo que tarda en llegar la onda de crecida a la desembocadura, información que permite inferir la capacidad erosiva de la crecida.

**Relieve:** En cuanto a la geomorfología del área de estudio fue estudiada a partir de análisis de imágenes satelitales y de relevamiento en campo. Se realizó cartografía que detalla no solo las geoformas dominantes, sino también, zonas con existencia de movimientos en masa, además se estudiaron las terrazas actuales del río Mendoza, las terrazas antiguas y en los barrancos de las quebradas para determinar zonas con probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa. Finalmente se realizaron Modelos Digitales de Elevación (MDE) donde se obtuvieron valores de altitud y exposición del área de estudio, en base a curvas de nivel con equidistancia cada 50 metros que sirvieron para la identificación de los umbrales de desencadenamiento de procesos, principalmente gravitacionales, y para la descripción y análisis geomorfológico de la cuenca.

**Pérdida de vegetación:** por incendios, eventos muy recurrentes en el piedemonte mendocino. Para ello se tuvieron en cuenta las actividades antrópicas (actividades recreativas, deportivas y de ocio) como uno de los factores desencadenantes de posibles focos de incendios, ya que, el valor paisajístico, la accesibilidad y las costumbres de los pobladores del lugar genera un ámbito propicio para el uso frecuente del fuego. Por lo que se identificó, a partir de cartografía, zonas que hayan sufrido pérdida de vegetación por incendios, teniendo en cuenta los factores condicionantes como: el estudio de las formaciones vegetales para determinar la posibilidad de propagación del fuego en caso de un evento y sumado al estudio de las condiciones climáticas locales, abordadas desde las condiciones topoclimáticas, mediante el uso del Modelo Digital de Elevación (MDE) y de los registros meteorológicos, donde la densidad de cobertura vegetal mitiga en gran parte los movimientos en masa con la retención del suelo lograda con sus raíces y la interceptación de lluvias con su follaje lo que permite atenuar la erosión superficial, para su estudio se calculó el Índice Normalizado de Diferencias Vegetacionales (NDVI) a partir de imágenes Landsat TM, ETM+ y LDCM.

**Factor Litológico:** se estudiaron a partir de la interpretación de observación directa y de una caracterización general del tipo de suelo dominante en el área de estudio. Analizando su procesos de formación, teniendo en cuenta formaciones geológicas generales y determi-

nando los materiales más propensos a ser erosionados o a desencadenar otro tipo de procesos geomorfológicos.

**Factores Desencadenantes:** Los dos factores desencadenantes de movimientos en masa que se analizaron son: actividad sísmica con identificación y distribución espacial de los sismos según magnitud y profundidad, y la intensidad de las precipitaciones, considerando que eventos  $\geq 6.6\text{mm}/24\text{ hs}$ , desencadenan movimientos en masa en ambientes áridos como es el caso del piedemonte de Mendoza, este umbral se tuvo en cuenta para estimar la posibilidad de ocurrencia de movimientos en masa.

A partir de una metodología cualitativa se analizaron todos los condicionantes tenidos en cuenta para este estudio, con la finalidad de elaborar un mapa de amenazas. Para ello fue necesario representar cartográficamente cada una de los condicionantes, darle un peso que represente el grado de susceptibilidad, esto significa determinar la probabilidad que un condicionante favorezca más o menos a la ocurrencia de algún tipo de movimiento en masa. Finalmente se realizaron configuraciones espaciales unificando los valores de peso y generando clases de valores de riesgo para representar cartográficamente.

Una vez analizadas las Amenazas Naturales se prosigue con el análisis de la Vulnerabilidad del área de estudio, para la cual se tiene en cuenta dos variables que hacen referencia a: los elementos físicos-estructurales y los aspectos sociales - económicos de los habitantes del área de estudio, más las instituciones a cargo de la planificación y organización del lugar.

**Vulnerabilidad Físico Estructural:** para esta variable se localizaron las infraestructuras a partir de la interpretación de imágenes satelitales y relevamiento para determinar cuáles de éstas se encuentran cercanas o sobre amenazas naturales. Posteriormente se clasificaron según tipos, en los casos que su localización esté en riesgo dependiendo de la cercanía al área de influencia de las terrazas fluviales y de los barrancos de las quebradas. Es así que se seleccionaron estas construcciones como vulnerables, teniendo en cuenta sus características intrínsecas. En segundo lugar se estudia si el código de edificaciones municipal contempla restricciones en áreas con amenazas, además de verificar en el terreno el tipo y el material de las construcciones, toda esta información para poder establecer niveles de vulnerabilidad en la población. Finalmente a partir de un análisis de los registros socio - económicos de los Municipios se evaluaron los accesos a los servicios, lo que ayudó a estipular en caso de una amenaza las ventajas con las que cuenta la población residente.

**Vulnerabilidad Económico Social:** para esta variable se estudió la debilidad institucional, para lo cual, se necesita corroborar si existe organización y compromiso político por parte del Municipio, información que fue recabada a partir de entrevistas claves a profesionales

diversos. Posteriormente se analizaron los indicadores sociales tenidos en cuenta en el último Censo Nacional para obtener un diagnóstico del nivel económico-social de la población residente en el área de estudio y de esta manera determinar sectores de alto, mediano o bajo nivel adquisitivo. Finalmente se generó un mapa de vulnerabilidad donde se consideraron aquellas infraestructuras que se vean afectadas por algún tipo de movimiento en masa, otorgándole un peso según la probabilidad de ser dañada. Finalmente y como último paso se realizó una cartografía final de riesgo.

### **Resultados desde el punto de vista social: Configuración de escenarios frente a las amenazas naturales**

La topografía de América Latina registra una multiplicidad de escenarios socio ambientales, producto de complejas interacciones establecidas entre el medio físico-biológico y los sistemas sociales presentes en los mismos. La modulación de estas relaciones se encuentra estructurada por una diversidad de elementos presentes en un determinado sistema ambiental, los cuales intervienen en un recorte espacio-temporal determinado. Según Wacquant (2007) "...el espacio urbano es una construcción histórica y política, en el sentido fuerte de la expresión..." (...), se trata de un producto complejo, resultante de tensiones procedentes de los distintos actores presentes en una ciudad. (Lentini, et.al.,2010)

Una característica estructural reflejada en los países de la región es la concentración de la pobreza en ciertos espacios del territorio, generalmente en la periferia de las grandes ciudades. Esta población posee una gran privación material, que se contrapone a la misma concentración de hogares ricos en otros espacios urbanos (Katzman, 2001). Lo mencionado se evidencia en el incremento de barrios privados. En relación a las clases medias, también puede observarse una tendencia en la concentración espacial urbana de las mismas (Svampa, 2001).

La segregación conduce a una situación de fragmentación social, entendida como divisiones en el tejido social y al debilitamiento, e incluso la desaparición de lazos sociales entre los diversos grupos socioeconómicos, como así también una escasa movilidad social, lo que a su vez se considera que lleva a procesos de agudización de situaciones de carencia entre los sectores sociales más desfavorecidos de la estructura (Roitman, 2004). La misma autora sostiene que la segregación conduce, "a un proceso social que resulta en la separación de ciertos individuos o grupos sociales que se mantienen aparte, con una escasa o nula interacción con el resto de la sociedad u otros grupos sociales". Al mismo tiempo, se estimulan sentimientos de exclusión, de falta de expectativas y una sensación de estar de más en la ciudad, lo que se traduciría en comportamientos anómicos como la creciente violencia, el delito y la drogadicción (Rodríguez, 2008).

El proceso de segregación residencial en los países de

Latinoamérica ha sido una consecuencia fundamental de la transformación continua que las sociedades han experimentado y que se ha visto plasmada en el modelo de ocupación del territorio (Kaztman, 2001), muchas veces sin tener en cuenta los riesgos asociados a estos espacios.

El Piedemonte de la Provincia de Mendoza exhibe una historia de apropiación y ocupación antrópica donde las dinámicas urbanas cristalizan una existencia de procesos de segregación residencial. El desarrollo de asentamientos marginales y la proliferación de barrios privados en ausencia de un marco de planificación ambiental concreto y sistémico, se traduce en un escenario en el que existe una concentración geográfica de desventajas ambientales.

La configuración actual del espacio pedemontano, al igual que otros ambientes de la Provincia de Mendoza, refleja la presencia de diversos fenómenos sociales y políticas públicas expresados en la dimensión territorial. Los resultados obtenidos por la presente investigación dan cuenta de una relación directa entre los procesos de segregación residencial y configuración de riesgo, en donde la intervención de políticas públicas socio-ambientales y dinámica del mercado vinculado al recurso suelo han tenido un protagonismo principal en la construcción de un territorio signado por la desigualdad social y vulnerabilidad ambiental.

El crecimiento poblacional y la ausencia de políticas que orienten el ordenamiento territorial de la región, se traduce en la configuración de un espacio urbano sumamente marcado por la consolidación de una segregación residencial, concentrada en las periferias urbanas, donde los sectores más desfavorecidos se instalan y desarrollan en lugares en donde, por sus características geomorfológicas y climáticas, existen importantes peligros naturales.

Dadas las características de estas poblaciones (nivel de educación, infraestructura, ingresos, etc) la vulnerabilidad a sufrir efectos adversos ante estos eventos naturales es diferencial frente a otras clases sociales, las cuales se emplazan en otros lugares geográficos más "seguros" y poseen otras herramientas para afrontar las amenazas referenciadas. Se puede observar que la Provincia de Mendoza se encuentra en pleno proceso de segregación residencial, en donde se identifica una clara urbanización de la pobreza. Estos lugares se ven afectados por la presencia de riesgos naturales significativos, escenario que profundiza el alejamiento de clases (Fermani, et.al., 2012).

### **Discusión y Conclusiones**

Se muestra en esta contribución una síntesis de lo realizado por el proyecto bianual "Cuantificación de parámetros geológicos para la zonificación de eventos aluvionales en Mendoza." acreditado y financiado por la Universidad Juan Agustín Maza, con el cual se culmina con un sistema de mapas en el que se exponen jerárquicamente los procesos naturales potencialmente

destructivos.

En el área en estudio confluyen diversos procesos naturales peligrosos, que pueden ser identificados, a los efectos de mitigar sus efectos nocivos. En encuestas realizadas con motivo de éste trabajo, a las distintas uniones vecinales, se observó que, si bien la población sabe de los riesgos que enfrentan las áreas en las que viven, no saben cómo cuantificarlos o cuál es la mejor manera para mitigarlos.

Con este trabajo, y gracias a la evaluación cuali – cuantitativa obtenida a partir del SIG realizado, se logró identificar las áreas problemáticas en cuanto a la suma de factores naturales y antrópicos y permitió categorizar los potenciales eventos. La evaluación de ésta información permitirá a la población y autoridades tomar conciencia sobre el tema.

Esto resulta en el diseño de planes destinados a informar, prevenir, mitigar y remediar las posibles consecuencias derivadas de la ocurrencia de procesos naturales, de actuación periódica y recurrente en el sector. En lo que hace al trabajo transdisciplinario, como es el caso de la conformación de integrantes de este proyecto, los ámbitos de coordinación, más allá de los organismos existentes mostraron altos niveles de eficiencia como ámbitos de gestión de acciones de recuperación. Esto genera un clima propicio a los distintos ámbitos involucrados en la temática para intercambiar, generar experiencia e indagar opciones aplicables a otras ciudades de escala y contextos similares.

Se espera en un futuro contar con apoyo interinstitucional fundamentalmente gubernamental a los efectos de coordinar acciones que surjan de los estudios aquí presentados, para multiplicar acciones y generar ámbitos de discusión de posibilidades escenarios ante la acción de procesos naturales potencialmente destructivos que puedan llegar a tener lugar en la zona del gran Mendoza.

### **Agradecimientos**

A la Universidad J.A. Maza, específicamente al área de Ciencia y Técnica por financiar el presente proyecto, y por la colaboración logística prestada en todo momento.

## Bibliografía

- Abraham, E. M., 2000. Argentina: Recursos y Problemas Ambientales de la zona Árida-tomo uno: Caracterización Ambiental. I.A.D.I.Z.A., 143 páginas. Mendoza-Argentina.
- Abraham, E., Roig, F., Ibañez, G., Salomón, M. y Llorens, R. (2002). Aptitud Urbana del Piedemonte al Oeste del Gran Mendoza. IX Jornadas Cuyanas de Geografía.
- Capitanelli, R. 1972. Geomorfología y Clima de la provincia de Mendoza. Pp.15-48, en: Geología, Geomorfología, Climatología, Fitogeografía y Zoogeografía de la Provincia de Mendoza. Reedición especial del Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 8. Editorial Roig.
- Costa, C., 2004. Neotectónica. En Gonzalez, M. A. y Bejerman, N. J. (eds.), "Peligrosidad Geológica en Argentina. Metodologías de análisis y mapeo. Estudio de casos". Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería (ASAGAI). Publicación Especial N° 4: 329-356.
- Costa, C., Machette, M., Dart, R., Bastías, H., Paredes, J., Perucca, L., Tello, G. y Haller, K., 2000. *Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Argentina*. U. S. Geological Survey Open-File Report 00-0108, 75p., Denver.
- Delamarre, J. C. (2010). Evaluación, zonificación y elaboración de propuestas de mitigación del riesgo de remoción en masa al noroeste de la ciudad de Mendoza. Mendoza, Argentina. Tesis de licenciatura en Ciencias Geológicas. Documento inédito. Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis. San Luis, Argentina. Pp 175.
- Fermani, S, Ruiz, D y Cisneros, H, 2012: Procesos De Segregación Residencial y Su Incidencia En La Configuración De Escenarios De Riesgos Naturales En El Gran Mendoza. Actas e-ICES 9. Mar del Plata.
- INPRES-CIRSOC 103, 2013. Reglamento Argentino Para Construcciones Sismorresistentes. Parte 1, Construcciones en general. Consulta web.
- Katzman, R., 2001. Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. Revista de la Cepal N° 75.
- Lentini, M., Palero, D. y Montaña, E., 2010. La inequidad en el acceso al suelo urbano: los procesos de segregación residencial e informalidad urbana. XI Seminario de Internacional RII. Grupo Temático II: Desigualdades Territoriales
- Perkins J. D., 2001. *The real dirt on liquefaction. A Guide to the Liquefaction Hazard in Future Earthquakes Affecting the San Francisco Bay Area*. <http://quake.abag.ca.gov>. 29 p.
- Ramos V. A., 1999. Rasgos estructurales del territorio argentino. En Geología Argentina. Ed. Caminos R. Anales 29 (24): 715-784, Buenos Aires.
- Regairaz, A. C. y Barrera R. O., 1975. Formaciones del Cuaternario. Unidades geomorfológicas y su relación con el escurrimiento de las aguas en el Piedemonte de la Precordillera. Anales de la Academia Brasileira de Ciencias 47: 5-20.
- Rodríguez, G. 2008 Segregación residencial socioeconómica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Dimensiones y cambios entre 1991–2001. Revista semestral de datos y estudios demográficos. Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Año 5, número 8, octubre de 2008. p 11.
- Roitman, S. 2004. Urbanizaciones cerradas: estado de la cuestión hoy y propuesta teórica. Revista de Geografía, Norte Grande, 32, Santiago. p 11.
- SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino), 2002. Carta de Peligrosidad Geológica: 3369-II Mendoza. Boletín N° 324. Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la República Argentina 1:250.000. Provincias de Mendoza y San Juan.
- Svampa, M. 2001. Los Que Ganaron: La Vida En Los Countries y Barrios Privados. Biblos, Buenos Aires.
- Wacquant, L., 2007. Los condenados dela ciudad. Gueto, periferias y Estado. Buenos Aires: S. XXI